

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS, UNIVERSIDAD DE NARIÑO, PASTO**

**MARÍA FERNANDA GOMEZ MARTINEZ**

**LEIDY FERNANDA RUIZ BRAVO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PASTO - COLOMBIA**

**2017**

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS, UNIVERSIDAD DE NARIÑO, PASTO**

**MARÍA FERNANDA GOMEZ MARTINEZ**

**LEIDY FERNANDA RUIZ BRAVO**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingenieras Ambientales.**

**Presidente:**

**M. Sc. CLAUDIA MARCELA GARCÍA AHUMADA.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PASTO - COLOMBIA**

**2017**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor”**

**Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**PRESIDENTE JURADO**

---

**PRESIDENTE JURADO**

---

**ASESOR**

**San Juan de Pasto, noviembre de 2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios, por la salud y fortaleza que nos das para realizar nuestros sueños y permitirnos llegar a desarrollar este trabajo.*

*A la Universidad de Nariño por brindarnos la oportunidad de formarnos como Ingenieras Ambientales y dentro de ella a todos los docentes que a lo largo de este tiempo nos brindaron sus conocimientos.*

*Agradecemos de manera especial a nuestra directora de tesis M.Sc. Claudia García Ahumada, por confiar en este proyecto, por su apoyo y consejos llenos de sabiduría, y quien con su valiosa experiencia guio este proyecto de la mejor manera.*

*Agradecemos a nuestros jurados Ph.D. Lorena Salazar Gámez y M.Sc. James Rosero, por su dedicación, comprensión y compromiso para con nosotras.*

## **DEDICATORIA**

**MARIA FERNANDA GOMEZ MARTINEZ**

*La presente tesis se la dedico primeramente a DIOS, mi fortaleza y mi refugio en todo momento.*

*A mis amados padres, Víctor José Gomez y Nery Martinez*

*Por todo su esfuerzo, porque siempre confiaron en mí, por su apoyo incondicional, por su amor y motivación para culminar esta fase de vida.*

*A mis queridos hermanos, Nicolás y Víctor.*

*Quienes siempre me apoyaron y brindaron la suficiente motivación para seguir adelante con mi carrera y culminar este proyecto.*

*¡Esto es por ustedes y para ustedes!*

*Con cariño, Maria Fernanda Gomez.*

## **DEDICATORIA**

### **LEIDY FERNANDA RUIZ BRAVO**

*La presente tesis se la dedico primeramente a DIOS, mi fortaleza y mi refugio en todo momento.*

*A mis amados padres, Edier Ruiz y Sandra Bravo.*

*Por todo su esfuerzo, porque siempre confiaron en mí, por su apoyo incondicional, por su amor y motivación para culminar esta fase de vida.*

*A mis queridas hermanas, Johana y Paula.*

*Quienes siempre me apoyaron y brindaron la suficiente motivación para seguir adelante con mi carrera y culminar este proyecto.*

*A mi adorable sobrina, Sofía.*

*Quien muchas veces fue mi compañía en horas de trabajo, regalándome siempre lo mejor de ella, su cariño y sonrisa.*

*¡Esto es por ustedes y para ustedes!*

*Con cariño, Fernanda Ruiz*

# **ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, UNIVERSIDAD DE NARIÑO, PASTO**

## **UPDATE OF THE INTEGRAL SOLID WASTE MANAGEMENT PLAN, UNIVERSIDAD DE NARIÑO, PASTO**

María Fernanda Gómez M<sup>1</sup>; Fernanda Ruiz B<sup>2</sup>; Claudia García A<sup>3</sup>.

### **RESUMEN**

El presente trabajo se llevó a cabo con el objetivo de conocer la situación actual del manejo interno de los residuos sólidos de la Universidad de Nariño, sede Pasto, mediante un diagnóstico situacional desarrollado a través de información secundaria, listas de chequeo y visitas de campo, teniendo en cuenta las 3 sedes pertenecientes a la universidad: Torobajo, Vipri y Botana. Los resultados obtenidos dieron a conocer que en la universidad de Nariño, sede Pasto, se genera una cantidad de residuos sólidos no peligrosos de 0,33 Tn/día, de los cuales los porcentajes más altos 44,95% y 40,77% son representados entre residuos biodegradables y reciclables, respectivamente. Para los residuos peligrosos con riesgo biológico, se estimó una generación de 0,012 Tn/día. Para el caso de residuos peligrosos químicos se logró evidenciar una producción de 0,03 Tn/día. Posteriormente se realizó la cuantificación de recipientes para almacenamiento inicial y temporal de residuos sólidos, evidenciando que la mayoría de los recipientes son de tipo ordinario sin rotulación (plásticos, madera y cartón) propensos al deterioro por estar expuestos a diferentes agentes externos (derrame de líquidos y polvo). Finalmente a través del planteamiento del árbol de problemas, se logró priorizar los problemas para dar paso al diseño de programas, enfocados principalmente a prevenir la generación de residuos sólidos, realizar un adecuado proceso de separación en la fuente y el aprovechamiento y valorización de los mismos.

**Palabras clave:** residuos sólidos, generación de residuos, manejo de residuos.

---

<sup>1</sup> Estudiante egresada de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia, gomez\_mfm@hotmail.com.

<sup>2</sup> Estudiante egresada de Ingeniería Ambiental. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia, fernandar-0209@hotmail.com.

<sup>3</sup> Ingeniera Ambiental y Sanitaria, M.Sc.; Sp; Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño; ingclaudiamarcelagarcia@outlok.com.



## ABSTRACT

The present work was carried out with the objective of describing the real situation of the internal management of solid materials of the University of Nariño, Pasto, through a situational diagnosis developed through secondary information, checklists and field visits, taking into account the 3 seats corresponding to the university: Torobajo, Vipri and Botana. The results obtained were announced at the University of Nariño, Pasto headquarters, an amount of non-contaminated solid waste was generated of 0.33 Tn / day, of which the highest percentages 44.95% and 40.77% are. Represented between biodegradable and recyclable waste, respectively. For hazardous waste with biological risk, a generation of 0.012 Tn / day is estimated. In the case of chemical hazardous waste, a production of 0.03 Tn / day was evidenced. Subsequently, the quantification of the containers for the initial and temporary storage of solid waste was performed, evidencing that most of the receivers are of the ordinary type without labeling (plastics, wood and cardboard) and dust). Finally, through the approach of the problem tree, priority was given to the problems to make way for the design of programs, mainly focused on preventing the generation of solid solids, carrying out an adequate separation process at the source, and making use of and valorising thereof.

**Keywords:** solid waste, waste generation, waste management.

## **CONTENIDO**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>1. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>        | <b>12</b> |
| <b>2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>      | <b>17</b> |
| <b>3. CONCLUSIONES.....</b>                | <b>27</b> |
| <b>4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>28</b> |

## INTRODUCCIÓN

Desde la aparición del hombre en la tierra, se sabe que este, en el afán de mejorar su calidad de vida a través del desarrollo industrial, ha venido aumentando en forma desmedida el grado de contaminación sobre la tierra (Arroyave, 2010); en relación a esto, se conoce que dentro de las Instituciones Educativas se genera constantemente residuos peligrosos y no peligrosos como consecuencia de las de las actividades administrativas, de investigación y docencia que se desarrollan en las mismas, generando así, impactos negativos al ambiente (Buenrostro, 2010), lo que ha conllevado a una preocupación por parte de los diferentes actores responsables de dichos perjuicios al medio ambiente.

Como se mencionó anteriormente la generación de residuos es uno de los impactos ambientales negativos que ha propiciado condiciones que alteran el equilibrio natural de los ecosistemas, a causa de las diversas actividades humanas y el manejo inadecuado de los mismos. Históricamente, los residuos sólidos se han manejado bajo el precepto de enterrar y olvidar, práctica que dejó como resultado graves problemáticas ambientales y cuyas afectaciones solo se han evidenciado con el pasar de los años (Alcaldía de Santiago de Cali, 2015).

En la actualidad para dar solución a este tipo de problemáticas ambientales, muchas de las organizaciones han venido adelantando procesos de mitigación, compensación y contingencia para aumentar la efectividad de los procesos, siendo más efectivo desde el punto de vista económico y más coherente desde el punto de vista ambiental (ESAP, 2015); dentro de estos procesos encontramos la Gestión Integral de Residuos Sólidos, la cual se concibe como la articulación de procesos sociales, culturales, técnicos, administrativos y legales (Gordon, 2008), igualmente conocida como una estrategia que dentro del contexto del desarrollo moviliza a todos los actores en torno al logro de objetivos comunes, relacionados en el fortalecimiento de la capacidad de gestión dirigidos a responder la problemática de los residuos mediante soluciones viables y sostenibles, todo ello encaminado al bienestar de la comunidad, el ambiente, la salud y la economía.

La Universidad de Nariño, localizada en la ciudad Pasto, se encuentra altamente interesada en mejorar su desempeño ambiental a través de la actualización del Plan de gestión de residuos Sólidos. Para contribuir y avanzar en dicha actualización, el presente trabajo tiene como objetivo diagnosticar la situación actual del manejo interno de los residuos sólidos a través de la identificación de las áreas generadoras, manejo interno y externo, caracterización, peso y volumen de los mismos.

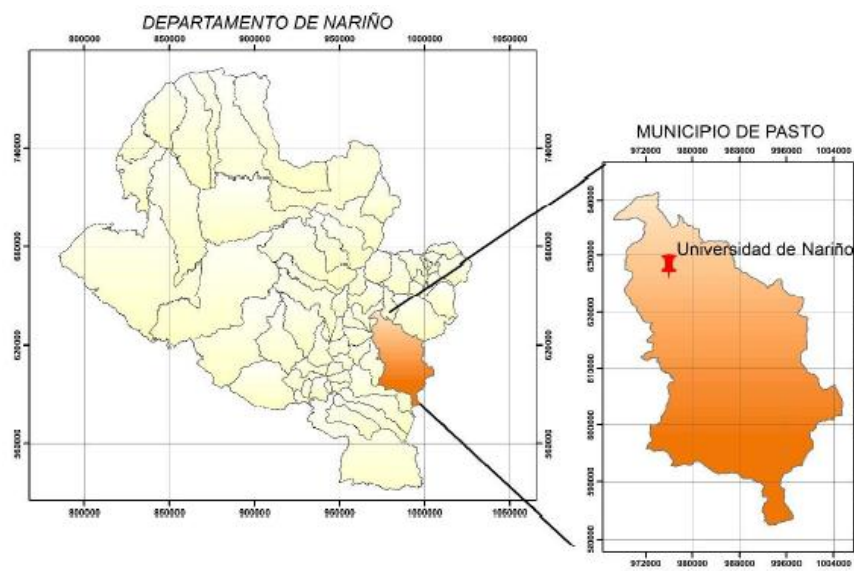
## **1. MATERIALES Y MÉTODOS**

**Localización.** Este estudio se realizó en la universidad de Nariño, sede Pasto como se indica en la Figura 1, Municipio de Pasto, departamento de Nariño, al suroccidente de Colombia. Conformada por tres sedes:

**Torobajo.** Su localización geográfica es  $1^{\circ}13'55''\text{LN}$  y  $77^{\circ}17'35''\text{LO}$ , cuenta con una extensión de 10,2 has.

**VIPRI.** Su localización geográfica es  $1^{\circ}12'49,05''\text{LN}$  y  $77^{\circ}17'26,22''\text{LO}$ , cuenta con una extensión de 1,94 has.

**Granja Experimental de Botana.** Su localización geográfica es  $1^{\circ}10'11,4''\text{LN}$  y  $77^{\circ}18'58''\text{LO}$ , con una extensión de 140 hectáreas, a 2820 msnm y una temperatura promedio de  $12^{\circ}\text{C}$ , precipitación anual de 967 mm. Tiene como vía de acceso la carretera que conduce a la vereda El Campanero a 2 Km de la Vía Panamericana.



Fuente: (Argote & Narváez, 2016)

**Figura 1.** Mapa localización Universidad de Nariño.

El diagnóstico del manejo de los residuos de la universidad de Nariño se desarrolló a través de las siguientes etapas:

### **Fuentes Generadoras.**

Se identificó las diferentes fuentes generadoras de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, información que se obtuvo realizando un recorrido a todas las instalaciones de la universidad.

### **Caracterización, Peso y Volumen**

Se determinó la caracterización, peso y volumen de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados.

**Residuos no peligrosos.** Teniendo en cuenta la metodología para la determinación de la composición física de residuos sólidos establecida por Sarmiento, (2015), se llevó a cabo durante el periodo de un mes la caracterización de residuos sólidos no peligrosos en cada una de las cajas de almacenamiento temporal de la universidad de Nariño, situando los residuos sobre un plástico, donde posteriormente se realizó de forma manual la clasificación de los mismos considerando los componentes y sub componentes

establecidos en la norma GTC 24 de 2009, tal y como lo indica la Tabla 1:

**Tabla 1.** Clasificación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

| Tipo de Residuos              | Componente               | Sub componente.  |
|-------------------------------|--------------------------|--|
| <b>Residuos no peligrosos</b> | Aprovechables            | Cartón, papel, Vidrio, plásticos, residuos metálicos, madera, cuero.   |
|                               | No Aprovechables         | Papel Tissue, encerados, plastificados, metalizados, cerámicas, vidrio plano, material de barrido, colillas de cigarrillo. |
|                               | Orgánicos Biodegradables | Residuos de comida, hojarasca, podas.  |

Fuente: Guía técnica colombiana GTC 24 de 2009.

Finalmente se pesó cada componente determinando el porcentaje de generación, volumen y producción per cápita.

**Porcentaje de generación.** Se calculó teniendo en cuenta la siguiente formula (Sarmiento , 2015):

$$porcentaje (\%) = \frac{Pi}{Wt} * 100$$

Dónde:

Pi = Peso de cada componente en los residuos.

Wt = Peso total de los residuos recolectados en el día.

**Volumen.** Se determinó a partir de los resultados obtenidos en el pesaje y las densidades que se muestran en la Tabla 2 (Salazar, 2016).

$$Volumen (L) = \frac{Prs \text{ Kg/día}}{Drs \text{ Kg/m}^3}$$

Prs = Peso de cada subcomponente residuos sólidos.

Drs = Densidad de cada subcomponente residuos sólidos.

**Tabla 2.** Densidad de los residuos sólidos no peligrosos.

| Tipo de residuos   | Densidad Kg/m3 |        |
|--------------------|----------------|--------|
|                    | Rango          | Típico |
| Residuos de Comida | 131 - 481      | 291    |
| Papel              | 42- 131        | 89     |
| Cartón             | 42 - 80        | 50     |
| Plásticos          | 42 - 131       | 65     |
| Vidrio             | 160 - 481      | 196    |
| icopor             | 10. - 30       | 15     |
| Papel Higiénico    | 42 - 100       | 42     |
| Barrido            | 320 - 1000     | 481    |
| Basura combinada   | 89 - 181       | 131    |
| Hojasca            | 30 - 148       | 59     |
| Lata               | 50 - 160       | 89     |

Fuente: Ras 2000 citado por (Alcaldia de Tolima, 2016).

**Producción Per cápita.** Con los datos de población y conociendo la producción promedio diaria de residuos sólidos en la universidad, esta se estimó aplicando la siguiente ecuación (Sarmiento , 2015).

$$PPC(L) = \frac{Prs \left( \frac{Kg}{día} \right)}{Pob \text{ (hab)}}$$

Dónde:

Prs = Peso de la producción promedio diaria de residuos sólidos.

Pbo = Número total Población.

**Residuos peligrosos.** Se visitó las diferentes áreas generadoras de residuos sólidos peligrosos, donde a través del registro RH1 estructurado bajo la resolución 1164 del 2002 por el Ministerio de Medio Ambiente, se logró determinar la caracterización, composición y peso de los mismos. Dicha información se solicitó al Jefe de la sección de laboratorios especializados (Tabla 3).

**Tabla 3.** Clasificación de residuos sólidos peligrosos.

| <b>Tipo de Residuos</b>    | <b>Componente</b>               | <b>Sub componente.</b>   |
|----------------------------|---------------------------------|--|
| <b>Residuos Peligrosos</b> | Infecciosos de Riesgo Biológico | Biosanitarios, anatomopatológicos, cortopunzantes, animales.                     |
|                            | Químicos                        | Metales pesados, reactivos, contenedores presurizados, aceites usados.           |
|                            | Pos consumo                     | aparatos electrónicos, pilas, bombillas, envases o empaques de plaguicidas, CD's |

Fuente: Resolución 1164 del 2002 y Decreto 4741 de 2005.

### **Manejo Interno**

**Identificación del número, material y estado de los recipientes de áreas internas y externas.** Se determinó el número, tipo, material y estado en el que se encuentran los diferentes recipientes utilizados para la disposición inicial de los residuos. Esta información se obtuvo mediante la aplicación de listas de chequeo a través de las cuales se estableció que los recipientes adecuados para el almacenamiento de basuras deben ser de material impermeable y provisto de tapa, la anterior se estructuró bajo las exigencias de la ley 9 de 1979, en su título IV Saneamiento de edificaciones, Artículo No. 198 y 199.

**Proceso de segregación en la fuente.** Se identificó el proceso de segregación en la fuente de cada una de las áreas generadoras de residuos sólidos. Teniendo en cuenta la caracterización de residuos descrita anteriormente, se realizó un recorrido en todas las instalaciones de la universidad donde se determinó si los residuos generados son separados y depositados de manera correcta.

**Sistema de Almacenamiento temporal de residuos.** Se determinó el número de contenedores de almacenamiento temporal, el estado en el que se encuentra el centro de acopio para residuos peligrosos, las bodegas de almacenamiento de residuos peligrosos de pos consumo RAEE y plaguicidas. Para determinar el estado en el que se encuentra el centro de acopio se aplicó una matriz de cumplimiento estructurada bajo las exigencias de la resolución 1164 del 2002.

**Recolección de residuos sólidos.** Se determinó el horario en el que se realiza la recolección de residuos sólidos, así mismo se identificó la empresa encargada de recolectar



los residuos sólidos generados por parte de la universidad. Dicha información se obtuvo acudiendo a la dependencia de servicios generales.

### **Manejo Externo**

Se realizó la identificación y descripción de los procedimientos de manejo externo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, enfatizando en el aprovechamiento, valorización, tratamiento, disposición final y transporte. Mediante información secundaria que será solicitada a la empresa metropolitana de aseo EMAS.

## **2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el análisis para generación y manejo de los residuos sólidos de la Universidad de Nariño, se tuvo en cuenta las fases comprendidas desde su generación hasta su disposición temporal, obteniendo los siguientes resultados:

### **Fuentes generadoras de residuos sólidos**

Se logró identificar que todas las áreas que comprenden la universidad de Nariño son fuentes generadoras de residuos sólidos; esto como consecuencia intrínseca de las actividades (administrativas, tránsito de personas, desarrollo de clases, evaluaciones, conferencias, estudios de investigación, practicas académicas, prestación del servicio de atención de salud a personas y animales, entre otros.) que en la misma se realizan.

### **Caracterización, Peso y Volumen**

#### **Residuos no peligrosos.**

**Caracterización.** A través de la caracterización se logró identificar el tipo de residuos sólidos que se generan dentro de la universidad de Nariño, tal como se indica en la Tabla 4:

**Tabla 4.** Caracterización de los residuos sólidos no peligrosos universidad de Nariño, Pasto.

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>RESIDUOS NO PELIGROSOS</b> | <b>No Aprovechables</b>  |
|                               | Servilletas, empaques de papel plastificado, barrido, colillas, icopor, vasos desechables, papel carbón, tela, radiografía.  |
|                               | <b>Biodegradables</b>  |
|                               | Hojas y tallos de los árboles, grama, barrido del prado, resto de alimentos  |
|                               | <b>Aprovechables</b>   |
|                               | Bolsas de plástico, vajilla, garrafas, recipientes de polipropileno, bolsas de suero y polietileno sin contaminar y que no provengan de pacientes con medidas de aislamiento |

Fuente: Guía técnica colombiana GTC 24, 2009.

**Peso.** En la Tabla 5 se muestra la generación diaria de residuos sólidos no peligrosos en Toneladas de cada uno de los componentes seleccionados durante el tiempo de estudio.

**Tabla 5.** Clasificación de Residuos sólidos no peligrosos.

| <b>CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS NO PELIGROSOS</b> | <b>TOROBAJO</b> |          | <b>BOTANA</b> |          | <b>VIPRI</b>  |          | <b>TOTAL</b>  |          |
|--|-----------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
|  | <b>Tn/día</b>   | <b>%</b> | <b>Tn/día</b> | <b>%</b> | <b>Tn/día</b> | <b>%</b> | <b>Tn/día</b> | <b>%</b> |
| Aprovechables                                  | 0,125           | 42,94    | 0,0013        | 24,38    | 0,0132        | 29,32    | 0,13          | 40,77    |
| No Aprovechables                               | 0,034           | 12,12    | 0,0018        | 34,92    | 0,0113        | 25,1     | 0,047         | 14,26    |
| Orgánicos - Biodegradables                     | 0,125           | 44,98    | 0,0021        | 40,7     | 0,0205        | 45,58    | 0,15          | 44,95    |
| <b>Total</b>                                   | 0,279           | 100      | 0,0052        | 100      | 0,045         | 100      | 0,327         | 100      |

Fuente: Este estudio, 2017

En la universidad de Nariño sede Pasto se presenta una generación diaria de residuos sólidos no peligrosos de 0,327 Tn/día aproximadamente, concluyendo que en las tres sedes se presenta en mayor cantidad los residuos biodegradables: 0,125 Tn/día para Torobajo (44,94%), 0,0205 Tn/día para la sede VIPRI (45,58%) y 0,0021 Tn/día para Botana (40,7%). Resultados que según Sarmiento (2015), podrían dar paso para la implementación de una planta de tratamiento de materia orgánica (compost, humus de lombriz, etc.), así mismo el porcentaje de residuos reciclables indican un gran potencial para ser aprovechados y vendidos a empresas recicladoras.

**Volumen.** En la Tabla 6 el volumen para de residuos sólidos no peligrosos para cada uno de los componentes seleccionados durante el tiempo de estudio.

**Tabla 6.** Determinación del Volumen de Residuos sólidos no peligrosos.

| TIPO DE RESIDUOS       | Botana      |                           |       | VIPRI       |                           |       | Torobajo    |                           |       |
|------------------------|-------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|-------|
|                        | peso Kg/día | Volumen (m <sup>3</sup> ) | %     | peso Kg/día | Volumen (m <sup>3</sup> ) | %     | peso Kg/día | volumen (m <sup>3</sup> ) | %     |
| Vidrio                 | 1,78        | 0,00906                   | 3,19  | 4,95        | 0,03092                   | 4,53  | 15,2        | 0,0774                    | 2,11  |
| Cartón                 | 2,79        | 0,05580                   | 19,65 | 1,06        | 0,02122                   | 3,11  | 30,7        | 0,6141                    | 16,74 |
| Plástico               | 3,17        | 0,04880                   | 17,19 | 5,68        | 0,08735                   | 12,78 | 45,0        | 0,6922                    | 18,87 |
| Papel                  | 2,05        | 0,02306                   | 8,12  | 5,35        | 0,06007                   | 8,79  | 36,3        | 0,4084                    | 11,13 |
| Poliestireno Expandido | 0,44        | 0,02933                   | 10,33 | 3,74        | 0,2492                    | 36,47 | 13,0        | 0,8690                    | 23,68 |
| Residuos de alimentos. | 9,90        | 0,03402                   | 11,98 | 23,77       | 0,08167                   | 11,95 | 131,9       | 0,4532                    | 12,35 |
| Papel higiénico        | 0,56        | 0,01333                   | 4,69  | 3,76        | 0,08952                   | 13,10 | 14,4        | 0,3423                    | 9,33  |
| Hierro                 | 1,08        | 0,00337                   | 1,19  | -           | -                         | 0     | -           | -                         | 0     |
| Barrido                | 0,64        | 0,00133                   | 0,47  | 3,39        | 0,00705                   | 1,03  | 6,7         | 0,0139                    | 0,38  |
| Basura combinada       | 5,63        | 0,04294                   | 15,12 | 2,88        | 0,02195                   | 3,21  | 8,4         | 0,0640                    | 1,74  |
| Hojarasca              | 1,35        | 0,02288                   | 8,06  | 1,96        | 0,03315                   | 4,85  | 7,6         | 0,1281                    | 3,49  |
| Latas                  | -           | -                         | 0     | 0,10        | 0,00116                   | 0,17  | 0,6         | 0,0064                    | 0,17  |
| Total                  | 29,39       | 0,28392                   | 100   | 56,64       | 0,68326                   | 100   | 309,8       | 3,669                     | 100   |

Fuente: Este estudio, 2017.

La Tabla 3 nos permitió determinar que en las sedes Torobajo y Vipri, los residuos de Poliestireno expandido son los que ocupan mayor volumen, teniendo como resultados: 0,869 m<sup>3</sup>/día y 0,249 L/día respectivamente, para el caso de Botana son los residuos de cartón con un volumen de 0,05580 L/día. Los datos de volumen obtenidos dan paso para establecer el número, tipo y capacidad de las cajas de almacenamiento temporal, para posteriormente determinar el área del centro de acopio (Salazar, 2016).

**Producción per cápita.** Para la producción per cápita se tuvo en cuenta el número total de la población estudiantil, administrativa, docentes y de servicios generales del segundo periodo del año 2017, para un total de 12.303 habitantes (Oficina de Planeación, 2017). Al realizar el cálculo de producción per cápita total se obtuvo un valor de 0,027 Kg/hab-día de residuos sólidos no peligrosos aproximadamente, este valor es similar al reportado por Nieto *et al.* (2010), para la universidad de Quindío, el cual es de 0,023 Kg/hab-día y se encuentra por debajo al reportado por Castillo y Briceño (2013), para la universidad de

Bucaramanga donde se obtuvo un valor de 0,052 Kg/hab-día. Estos resultados muestran que los valores de PPC obtenidos en la institución están dentro de los promedios para universidades en vía de desarrollo.

### **Residuos Peligrosos.**

**Caracterización.** A partir del proceso de caracterización de residuos sólidos de la universidad de Nariño, se logró obtener los resultados que se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Caracterización de los residuos sólidos peligrosos Universidad de Nariño, Pasto.

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>RESIDUOS PELIGROSOS</b> | <b>Biosanitarios</b>   |
|                            | Gasas, Apósitos, jeringas, Aplicadores, Algodón, Drenes, Baja lenguas, Guantes desechables, Láminas porta y cubre objetos, Tapabocas, Palillos, Medios de cultivos, Toallas papel, Ropa desechable, Elementos infectados con fluidos biológicos, Cápsulas de anestesia, Sobres de la radiografías, Mechas. |
|                            | <b>Cortopunzantes</b>  |
|                            | Lancetas, Material vidrio quebrado, Alfileres, Agujas, Limas, Tira nervios, Láminas de bisturí, Cuchillas, Fresas, Lijas metálicas, Ampollas de vidrio.  |
|                            | <b>Anatomopatológicos</b>  |
|                            | Tejidos animales, Fluidos corporales, Materia orgánica y fecal, Anexos (plumas, pelo, escamas, pieles), Tejido óseo, Tejido muscular   |
|                            | <b>De animales</b>   |
|                            | Restos de animales, viseras  |
|                            | <b>De pos consumo</b>  |
|                            | Aparatos electrónicos, luminarias (tubos y bombillas), pilas, envases o empaques de plaguicidas, fármacos  |
|                            | <b>Químicos</b>  |
|                            | sólidos orgánicos, recipientes de vidrio contaminados con químicos, disolventes halogenados con agua, disolventes no halogenados con agua, soluciones acuosas con metales pesados, bromuro de etilo  |

Fuente: Guía técnica colombiana GTC 24, 2009.

En la Tabla 8 se muestra la generación diaria de residuos peligrosos de riesgo biológico en toneladas de cada uno de los componentes determinados durante el tiempo de estudio.

**Tabla 8.** Clasificación de Residuos sólidos peligrosos de riesgo biológico.

| CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS | TOROBAJO    |      | BOTANA  |     | VIPRI   |       | TOTAL  |         |      |
|--------------------------------------|-------------|------|---------|-----|---------|-------|--------|---------|------|
|                                      | Tn /día     | %    | Tn/día  | %   | Tn/día  | %     | Kg/día | Tn/día  | %    |
| Biosanitarios                        | 0,004       | 42,6 | 0,00045 | 100 | 0,0012  | 98,41 | 5,68   | 0,0056  | 51,3 |
| Cortopunzantes                       | 0,0000<br>7 | 0,8  | -       | -   | 0,00002 | 1,59  | 0,095  | 0,00009 | 0,85 |
| Anatomopatológicos                   | 0,0014      | 14,9 | -       | -   | -       | -     | 1,4    | 0,0014  | 12,6 |
| De animales                          | 0,0039      | 41,6 | -       | -   | -       | -     | 3,91   | 0,0039  | 35,3 |
| Total                                | 0,0093      | 100  | 0,00045 | 100 | 0,00122 | 1000  | 11,085 | 0,0108  | 100  |

Fuente: Este estudio, 2017.

Para el caso de residuos sólidos peligrosos con riesgo biológico, se logró determinar que su generación diaria (0,0108 Tn/día) no es significativa si la comparamos con la de los residuos no peligrosos (0,328 Tn/día), evidenciando que durante el periodo de recolección los residuos biosanitarios fueron los de producción más relevante en las tres sedes: para Torobajo un porcentaje de 42,62%, y para la sede VIPRI el 98,4%, para el caso de botana durante el mes de agosto únicamente se reportó la producción de residuos biosanitarios, lo que llevó a establecer el 100% de su generación. Así mismo se determinó que para el mes de agosto residuos como anatomopatológicos y de animales, únicamente fueron reportados en la sede Torobajo, lo anterior como consecuencia de las actividades investigativas desarrolladas en anfiteatros y la atención al público que se presta en la clínica veterinaria.

**Tabla 9.** Clasificación de Residuos sólidos peligrosos químicos.

| CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS QUÍMICOS    | UNIVERSIDAD DE NARIÑO |         |       |
|--|-----------------------|---------|-------|
|  | kg /día               | Tn/día  | %     |
| Aceites usados y/o contaminados                  | 0,41                  | 0,00041 | 1,44  |
| Sólidos orgánicos                                | 0,64                  | 0,00064 | 2,24  |
| Recipientes de vidrios contaminados con químicos | 0,05                  | 0,00005 | 0,19  |
| Mezcla de disoluciones halogenadas con agua      | 5,13                  | 0,00513 | 17,87 |
| Mezcla de disoluciones no halogenadas con agua   | 7,66                  | 0,00766 | 26,15 |
| Soluciones acuosas con metales pesados           | 13,22                 | 0,01322 | 46,02 |
| Residuo especial: bromuro de etidio              | 1,74                  | 0,00174 | 6,07  |
| Total  | 28,85                 | 0,02885 | 100%  |

Fuente: Este estudio, 2017.

La Tabla 9 nos permitió establecer que en la universidad de Nariño se genera 0,2885 Tn/día de residuos peligrosos químicos. Las soluciones acuosas con metales pesados se produce en

mayor cantidad con un porcentaje 46,02%, seguido por la mezcla de disoluciones no halogenadas con agua y la mezcla de disoluciones halogenadas con agua con un porcentaje promedio del 22%, los sólidos inorgánicos, los recipientes de vidrios contaminados con químicos y residuo especial como el bromuro de etidio, se presentan en una menor cantidad. Las elevadas cantidades de residuos químicos generados se deben principalmente al gran número de prácticas realizadas por los diversos programas académicos, por el uso de altas cantidades de reactivos para ensayo y la ausencia de procedimientos de desactivación (Riascos y Tupaz, 2015).

**Tabla 10.** Clasificación de Residuos sólidos peligrosos de pos consumo.

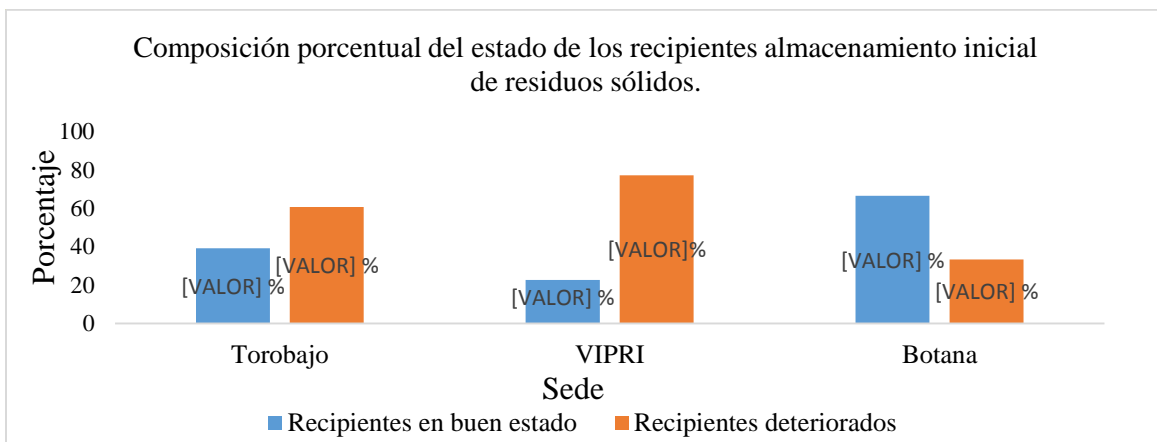
| CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS<br>DE POS CONSUMO | UNIVERSIDAD DE NARIÑO |         |       |
|--|-----------------------|---------|-------|
|  | kg /día               | Tn/día  | %     |
| Aparatos electrónicos                                  | 5,03                  | 0,00503 | 62,66 |
| Luminarias (Lámparas)                                  | 0,27                  | 0,00027 | 3,46  |
| Envases o envolturas de plaguicidas                    | 0,5                   | 0,0005  | 6,22  |
| Bombillas y pilas                                      | 1,77                  | 0,00017 | 22,05 |
| fármacos   | 0,45                  | 0,00045 | 5,60  |
| Total  | 8,02                  | 0,00642 | 100   |

Fuente: Este estudio, 2017.

El promedio diario de la generación de residuos de pos consumo es de 0,00642 Tn/día, de los cuales, los aparatos electrónicos presentaron un peso de 0,00503 Tn/día alcanzando el mayor porcentaje (62,66%) del reporte total, seguidamente se encuentran los residuos de bombillas y pilas (22,05%), en menor cantidad los residuos de Luminarias (3,46%), envases o envolturas de plaguicidas (6,22%); lo que da paso a la búsqueda de estrategias que permitan darle un correcto manejo a cada uno de los residuos descritos en la anterior tabla, a través de la implementación de un plan de devolución de productos pos consumo.

### **Manejo Interno.**

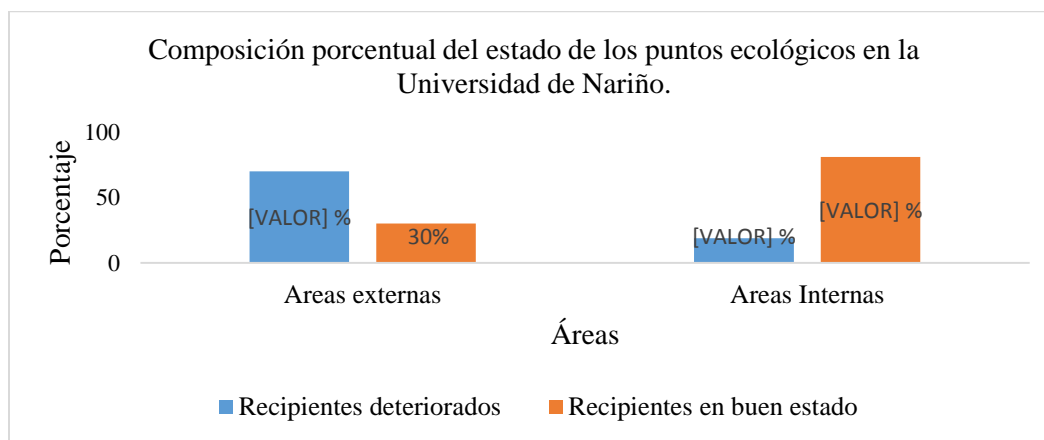
**Identificación del número, material y estado de los recipientes de áreas internas y externas.** Mediante listas de chequeo y visitas a todas las áreas de la universidad, se logró evidenciar la siguiente información:



Fuentes: Este estudio, 2017.

**Figura 2.** Composición porcentual del estado de los recipientes de almacenamiento inicial.

Se pudo observar que en la universidad cuenta con un total de 996, 293 y 27 canecas recolectoras para Torobajo, VIPRI y Botana respectivamente, de los cuales el 60,84%, 77,33% y 33,33% , son recipientes ordinarios sin rotulación, aspecto que impide efectuar un adecuado proceso de segregación en la fuente, ya que para realizar esta actividad correctamente se deben ubicar los recipientes en cada una de las áreas y servicios de la institución, en las cantidades necesarias de acuerdo con el tipo y cantidad de residuos generados, siendo los recipientes claramente caracterizados, bien sea por color, rotulación o ubicación. (Ospina, 2012).



Fuentes: Este estudio, 2017.

**Figura 3.** Composición porcentual del estado de los puntos ecológicos en la Universidad de Nariño.

La universidad cuenta con un total de 63 puntos ecológicos distribuidos entre las áreas internas y externas. Las áreas internas cuentan con 53 puntos de los cuales el 18,8 % se encuentran en un estado de deterioro, para las áreas externas se tienen instalados 10 puntos ecológicos de los cuales el 70% no se encuentran en óptimas condiciones. Estos porcentajes nos permiten determinar que las áreas externas son las que necesitan con mayor urgencia la implementación de este tipo de estrategias. Así mismo se logró obtener el número de puntos ecológicos a sustituir en todo el campus universitario.

### **Proceso de segregación en la fuente.**

**Pasillos y Cafeterías.** Aunque se cuente con estrategias como puntos ecológicos para disponer de manera correcta los residuos, la comunidad universitaria no lo hace, esta situación es similar a la reportada en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga (Castillo y Briceño, 2013) donde se establece que la comunidad universitaria no tiene un conocimiento claro de la forma en cómo se debe hacer la separación en la fuente de los residuos sólidos; por lo tanto los puntos ecológicos no están cumpliendo con su función planeada.

**Aulas de clase y áreas Administrativas.** El proceso de segregación en la fuente no es la apropiada, debido a que no se cuenta con los recipientes adecuados en cuanto a capacidad, rotulación y código de colores, mezclando todo tipo de residuos. Otro de los factores que impide realizar adecuadamente esta actividad es la falta de interés y conocimiento de la comunidad universitaria, ya que la implementación de programas para el manejo y disposición de residuos es insuficiente si no se cuenta con la colaboración de los usuarios, pues no es útil tener recipientes y programas planeados si las personas depositan los residuos indistintamente a lo planteado (Ospina, 2012).

**Aulas de Laboratorio.** Teniendo en cuenta la norma técnica colombiana GTC 24, 2009, se determinó que en estas áreas se cuenta con los recipientes adecuados en cuanto a capacidad, rotulación y código de colores; sin embargo la clasificación y manejo de residuos no



peligrosos en el proceso de segregación en la fuente no es la apropiada, logrando evidenciar que no se depositan los residuos en los recipientes correspondientes a su rotulación.

**Consultorios Odontológicos y médicos.** Se realiza un adecuado proceso de segregación en la fuente; los residuos biosanitarios son depositados en el recipiente de riesgo biológico con bolsa plástica de color rojo, para posteriormente ser llevados al centro de almacenamiento temporal, el manejo de residuos cortopunzantes se realiza en guardianes, los cuales se descartan herméticamente cuando su contenido ocupa las 3/4 partes del recipiente, inactivándolo con peróxido de hidrogeno. El pesaje de residuos peligrosos se registra en el formato RH1.

**Quirófanos de medicina veterinaria.** Los residuos peligrosos generados en esta área se manejan adecuadamente, depositándolos en recipiente de riesgo biológico con bolsa plástica de color rojo.

**Baños.** El manejo que se le da a este tipo de residuos no es el correcto, pues en los baños no existen recipientes aptos para su manejo inicial, evidenciando que muchos de estos son recipientes ordinarios sin rotulación, así mismo cabe resaltar que este tipo de residuos no aprovechables, son mezclados con residuos biodegradables y reciclables.

**Pos consumo (aparatos electrónicos, luminarias y envases de agroquímicos y pesticidas).** En cuanto a los aparatos electrónicos el manejo que se le da es el siguiente: almacenarlo en bodegas hasta que haya una cantidad suficiente para realizar un proceso de subasta, para el caso de luminarias, estas son entregadas a artesanos de la ciudad para la elaboración de carrozas, generado un peligro eminente a quien las manipula por el contenido de mercurio que estas almacenan, pues el Instructivo para la Gestión Integral de Residuos de Luminarias establece que su ruptura puede causar irritación a la piel y ojos, quemaduras químicas e irritación respiratoria. Los envases de agroquímicos y pesticidas, son recolectados y almacenados en el cuarto de herramientas ubicado en la granja experimental Botana, sin tratamiento alguno. Valencia *et al.* (2014), establece que el primer paso para un correcto manejo a envases vacíos de plaguicidas, es realizar a los recipientes el proceso de triple lavado evitando que queden residuos de producto, posteriormente estos

deberán ser almacenados de una forma adecuada hasta que la empresa recolectora pase a retirarlos; resaltando que no podrán ser procesados, ni reciclados.

**Químicos.** Después de la segregación en los laboratorios, los residuos son transferidos a recipientes de polipropileno, donde son rotulados y entregados a la empresa recolectora, sin embargo se dice que existe un débil manejo de los residuos químicos, en los procesos de desactivación, procedimientos para su recuperación, reutilización y transporte (Riascos y Tupaz, 2015).

**Sistema de almacenamiento temporal de residuos.** El almacenamiento temporal de los residuos sólidos no peligrosos se realiza en contenedores mecanizados por la falta de un centro de acopio; actualmente la universidad cuenta con 17 contenedores mecanizados y 1 rústico. El proceso de almacenamiento temporal de los residuos peligrosos se realiza en cada área generadora, excepto los residuos químicos y de riesgo biológico provenientes de los diferentes laboratorios de la universidad, estos son depositados en el área de almacén temporal, el cuál no cuenta con las condiciones técnicas ni vías de acceso adecuadas para realizar dicha actividad, evidenciado que los recipientes son apilados de manera indiscriminada (Riascos y Tupaz, 2015). Los residuos peligrosos de pos consumo, como aparatos electrónicos y luminarias son almacenados en bodegas ubicadas en la universidad de Nariño – Torobajo, las pilas y bombillas son depositadas de manera inadecuada en contenedores mecanizados para los residuos no peligrosos.

**Recolección de residuos sólidos dentro del campus universitario.** La recolección de los residuos sólidos está a cargo de los conserjes de cada bloque todos los días en dos horarios (7 a.m. y 2 p.m.); la universidad entrega los residuos a la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS, para que esta empresa se encargue de realizar la adecuada disposición final (Servicios Generales- UDENAR, 2015). Para el caso de los residuos de pos consumo de aparatos electrónicos, cada fuente generadora se encarga de dar conocimiento al área de almacén, información suministrada para realizar el traslado y almacenamiento del residuo en las bodegas ubicadas en la universidad de Nariño – Torobajo.

## **Manejo Externo**

La gestión externa es realizada por la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS Pasto S.A E.S.P. la cual cuenta con más de 20 años de servicio, posicionándose en la región por ofrecer a sus clientes una gran variedad de Soluciones Ambientales.

**Sistemas de Tratamiento de residuos.** Únicamente se someten a tratamiento mediante incineración los residuos de riesgo biológico, EMAS presta este servicio a través de la alianza con la empresa TECNOLOGÍAS AMBIENTALES DE COLOMBIA (TECNIAMSA).

El sistema de tratamiento se realiza de la siguiente manera: a) se visita las fuentes generadoras de residuos sólidos peligrosos de la universidad de Nariño para realizar el proceso de pesaje a los mismos. b) Los residuos son llevados hasta el vehículo recolector para ser almacenados en el área destinada para ello. c) Se elabora el manifiesto de recolección. d) Los residuos son almacenados en cuartos de refrigerado a una temperatura inferior a los 4 °C. d) Finalmente el tratamiento a estos residuos se realiza en el horno incinerador tipo rotatorio con capacidad de 500 kg/Hr, ubicado en las instalaciones del relleno sanitario La Esmeralda en la ciudad de Manizales. Las cenizas resultantes del proceso de combustión son dispuestas en el relleno sanitario La Esmeralda ubicado en el mismo predio (OFICINA LABORATORIOS ESPECIALIZADOS, 2017).

## **3. CONCLUSIONES**

La universidad de Nariño genera aproximadamente 0,386 Tn/día, de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos de los cuales el 39,47% son residuos orgánicos biodegradables, el 34,21% son aprovechables, el 12,37 % no aprovechable y el 13,95% son residuos peligrosos

Del total de residuos peligrosos que se genera en la universidad de Nariño 0,045 Tn/día, aproximadamente, el porcentaje de residuos de riesgo biológico 23,83% y químicos 61,92% son tratados, los residuos de pos consumo como luminarias, bombillas y pilas no cuentan con una disposición final.

El presente trabajo permitió identificar todo tipo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados en la universidad de Nariño, sede Pasto, para proponer una adecuada gestión de residuos en la en la universidad en cumplimiento de la normatividad Colombiana vigente, resolución 1164 del 2002 y decreto 4741 del 2005.

#### **4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALCALDIA SANTIAGO DE CALI, 2015. Evaluación y actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos de Santiago de Cali 2015 – 2027. En: [http://www.andi.com.co/SecVC/Documents/AJUSTE%20PGIRS%20CALI%202015%20-%202027\\_Ver1.pdf](http://www.andi.com.co/SecVC/Documents/AJUSTE%20PGIRS%20CALI%202015%20-%202027_Ver1.pdf). 559 p; consulta: agosto 2017.

ARROYAVE, L. 2010. Propuesta de alternativa de gestión ambiental para la apropiación e implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Turbaco – Bolívar. Tesis de grado Magister en gestión ambiental, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C. 144 p.

BUENROSTRO, O. 2010. Propuesta de un plan de manejo para los residuos Generados en la universidad michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Revista Ciencia Nicolaita. 54(1):71 – 81.

CASTILLO, L. Y BRICEÑO, M. 2013. Evaluación del manejo de residuos sólidos en la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. Revista Facultad de Ingeniería, UPTC. 22(34):71 - 84.

ESAP. ESCUELA SUPERIOR DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, 2015. Programa de gestión integral de residuos sólidos. En: [http://www.esap.edu.co/portal/download/plan\\_ambiental/2.Plan-de-Gestion-Integral-de-Residuos-Solidos-PGIRS.pdf](http://www.esap.edu.co/portal/download/plan_ambiental/2.Plan-de-Gestion-Integral-de-Residuos-Solidos-PGIRS.pdf). 87 p.; consulta: agosto 2017.

GORDON, J. 2008. Contribución a la actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio de Santa Rosa del Cabal. Tesis de grado Administrador del medio ambiente, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira. 207 p.

GUÍA TÉCNICA COLOMBIANA GTC 24. 2009. Gestión Ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente y la recolección selectiva. En:

<http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>. 18 p.; consulta: septiembre 2017.

Ley 9 del 1979. De La Protección del Medio Ambiente. En: <http://www.redlactea.org/wp-content/uploads/decretos/L9.pdf>. 84p.; consulta: septiembre 2017.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2002. Resolución 01164 de 2002 de Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Ministerio de Protección Social, manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia MPGIRH. En: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36291>; consulta: septiembre, 2017.

NIETO, O. NIETO, M. LOZANO, C. Y JIMÉNEZ, L. 2010. Diagnóstico de la generación y manejo de residuos sólidos. Centro de Investigaciones Biomédicas. Universidad del Quindío. (20):153 - 165.

OFICINA DE PLANEACIÓN Y DESARROLLO, 2017. Datos en base a reportes de Centro de Informática - Sistema Académico, Universidad de Nariño-sede Torobajo, Pasto, Colombia. 20 p.

OFICINA LABORATORIOS ESPECIALIZADOS, 2017. Contrato EMAS tratamiento de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos Universidad de Nariño – sede Torobajo, Pasto, Colombia. 10 p.

OSPINA, S. 2012. Propuesta de un programa para el manejo de residuos sólidos no peligrosos en espacios interiores de los edificios de la Pontificia Universidad Javeriana a partir del PGIRS formulado en 2009. Tesis de grado Ingeniera Industrial, Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C. 165 p.

RIASCOS, L. y TUPAZ, M. 2015. Propuesta para el manejo de residuos químicos en los laboratorios de química de la universidad de Nariño. Tesis de grado magister en desarrollo sostenible y medio ambiente, Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Universidad de Manizales. Manizales. 167 p.

SALAZAR, L. 2016. Residuos Sólidos Teoría y principios de diseño apuntes de clase. Pasto : Apuntes de clase . Pasto, Colombia. 221 p.

SARMIENTO, A. 2015. Caracterización del manejo de residuos sólidos en el distrito de Desaguadero - Puno - Perú. Revista Investigación Altoandino. 17(1):65 - 72.

VALENCIA, V. RAMÍREZ, M. Y JARAMILLO, L. 2014. Identificación de alternativas para la disposición final de los envases de plaguicidas de uso agrícola. Tesis de grado especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Facultad de ingenierías. Corporación Universitaria Lasallista. Caldas. 120 p.